

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

流線具象化觀察試驗

streamline visualization test

作者：郭家竹、王煜維、郭一鴻

系級：水利工程暨資源保育學系 三甲

學號：D0338069、D0338039、D0338101

開課老師：許少華

課程名稱：流體力學試驗

開課系所：水利工程暨資源保育學系

開課學年：105 學年度 第 1 學期

中文摘要

(A)流線具像化觀察試驗

觀察各種不同形狀的模板在不同流速及不同角度之流場的流線變化，進而探討停滯點與分離點的位置，尾部不同拖曳的情況，邊界所產生的影響。

利用流線與模板邊界相互作用，理解流線變化之意義，並加以套用至日常生活中，解釋生活中流體流動的原理，及建物的影響。

(B)流線演示試驗

觀察液體流經不同形狀的固體邊界時的流動變化，並應用於水利設施，解釋壩、堰的流體流動狀況。

關鍵字：流線具象化、停滯點、分離點



Abstract

(A) streamline visualization test

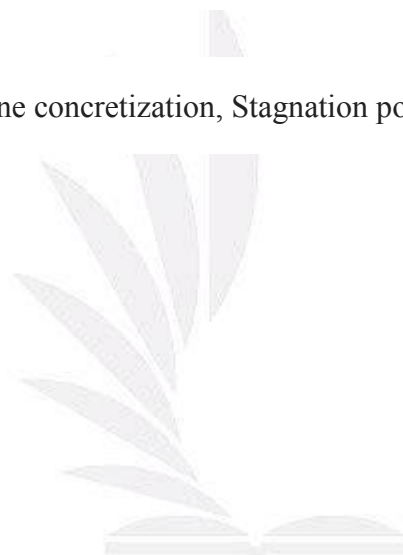
Observe the flow pattern of the different shapes of the template at different flow rates and different angles. Explore the position of the stagnation point and the separation point and tail different drag the situation, the impact of the border.

Use streamlines to interact with template boundaries to understand the meaning of streamline changes. And applied to daily life to explain the principle of fluid flow in life and the impact of buildings.

(B) streamline demonstration test

Observe the flow of liquid through different shapes of solid boundaries. And applied to water conservancy facilities to explain the dam, weir fluid flow conditions.

Keyword : Streamline concretization, Stagnation point, Separation point

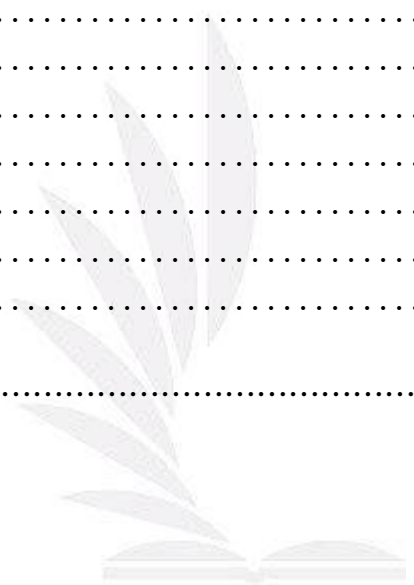


(A)流線具像化觀察試驗目次

一、目的	4
二、原理	4
三、試驗儀器.....	5
四、注意事項	7
五、試驗步驟.....	8
六、結果分析	9
七、問題與討論	13

(B)流線演示試驗目次

一、目的	16
二、原理	16
三、試驗儀器.....	17
四、注意事項	18
五、試驗步驟.....	19
六、結果分析	20
七、問題與討論	21
參考文獻.....	22



(A)流線具像化觀察試驗

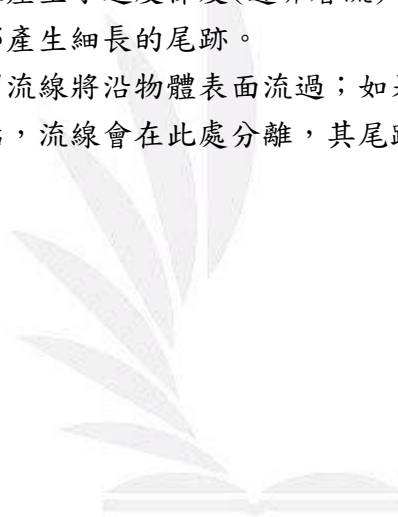
一、目的

(A)流線具像化觀察試驗

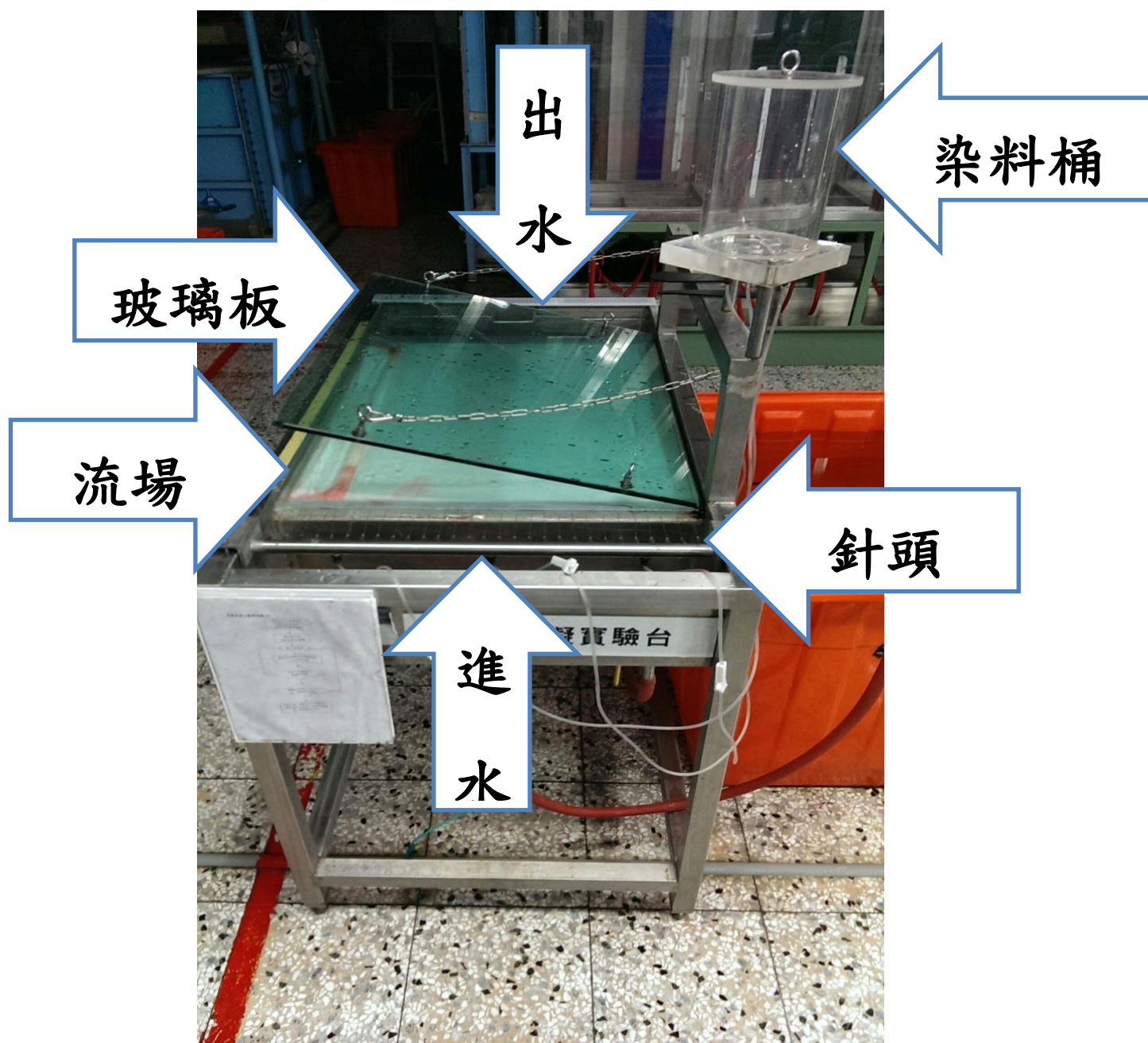
藉由試驗可以觀察到不同形狀的物體在不同流速及不同相對角度之流場中所產生的流線變化，以及停滯點與分離點的位置、尾部之不同拖曳情況和邊界所產生之影響等等。也可觀察到當流量大小不同時，層流與紊流的發生。

二、原理

1. 將物體放置於一流場中，物體會與周圍的流體產生摩擦而受力，乃因物體表面與流體的黏性相互作用的緣故。
2. 實驗之流場可視為二維流場，當流體經過物體表面，物體表面有一不滑動條件，即流體在接觸物體表面之點上，流體的速度與物體表面點同速。
3. 垂直物體表面的方向上產生了速度梯度(邊界層流)，造成流體在邊界層中受到阻力，並於物體尾部產生細長的尾跡。
4. 如果物體為流線型，則流線將沿物體表面流過；如果物體為非流線型，則在邊界表面會產生分離點，流線會在此處分離，其尾跡則如漩渦一般。



三、試驗儀器





儀器的流場顯示區由兩平行玻璃板間所形成的柯提流(Couette flow)，上游端置有 29 跟染料噴頭，可通過由兩玻璃板重疊形成的狹縫流。上游端有一閥門，控制狹縫流流量，下游有一儲水槽與一定水頭設計，以防溢流。另有數個塑膠模型版，可置於流場中觀察流線變化。

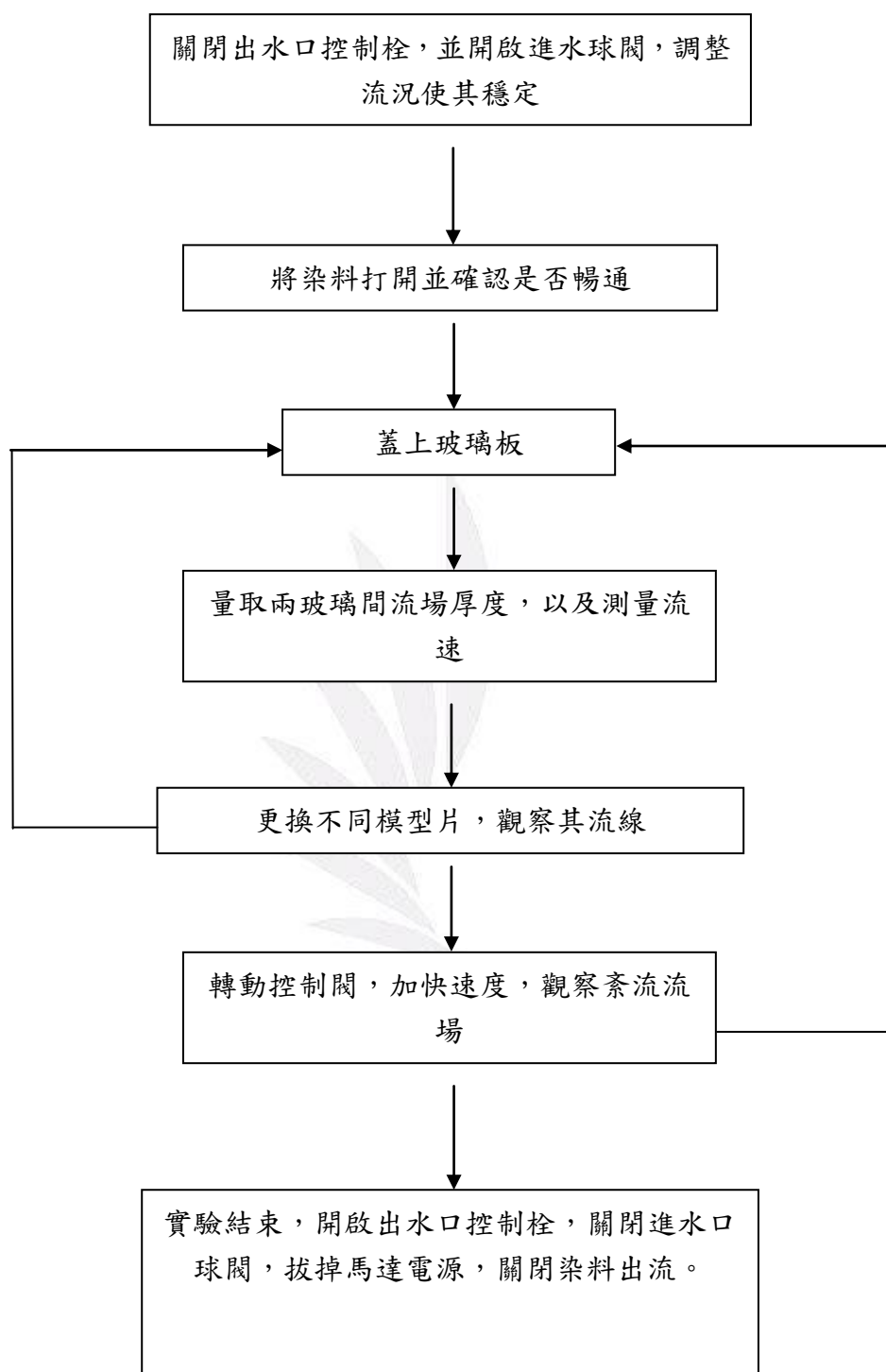


四、注意事項

1. 針頭若有阻塞，應以針筒使其暢通
2. 注意進水量，避免進水量 $>$ 排水量，會導致淹水
3. 染料濃度避免過稀，導致流線不明顯
4. 蓋下玻璃板時注意氣泡是否沒有氣泡（此實驗最困難之點）
5. 染料流速與水流之流速相近，可測量染料流速來得知水流流速
6. 流速測量方法：先將染料出口關閉，帶流場之染料流線消失後，再開啓染料出口，並測量染料流速
7. 不可使用波動染料噴射針頭的方法來測量流速，因為波動會有波動的速度，容易造成誤差



五、試驗步驟



六、 結果分析

水溫(°C) : 24 度

查表內插

$$\frac{4RV}{\nu}$$

模板形狀	流況	距離 (m)	時間 (s)	流速 V (m/s)	平均流速 V(m/s)	運動黏度 ν (m ² /s)	雷諾數 Re
圓形 模板	層流	26.5	2.71	9.78	10.03	9.2274×10^{-3}	1077
		26.5	2.58	10.27			
	層流	23	1.54	14.94	13.00	9.2274×10^{-3}	1397
		23	2.08	11.06			
機翼型 模板	層流	24	2.18	11.01	10.68	9.2274×10^{-3}	1147
		24	2.32	10.34			
	層流	24	2.07	11.59	11.83	9.2274×10^{-3}	1271

理論值

層流 : $Re < 2300$

紊流 : $Re > 4000$

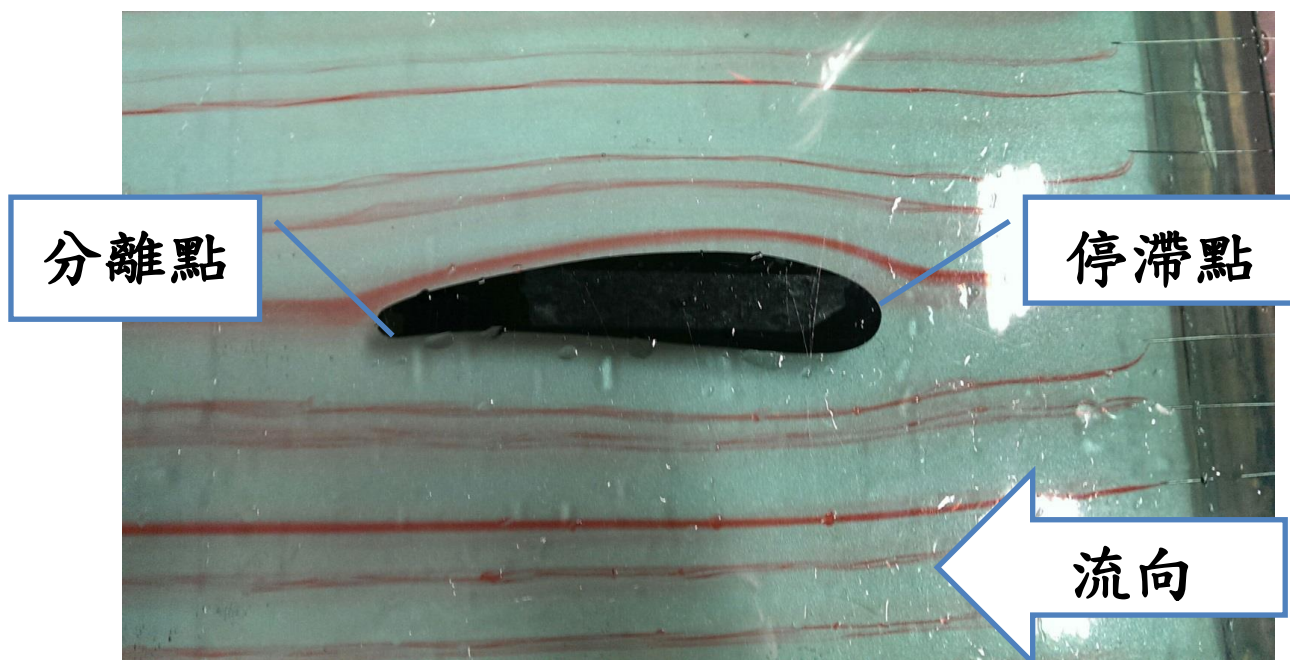
水力半徑 $R = A/P$ [橫斷面斷面積(m²)/潤濕周界(m)]

$$A = 0.6 \times 0.005 = 0.003 \text{ m}^2$$

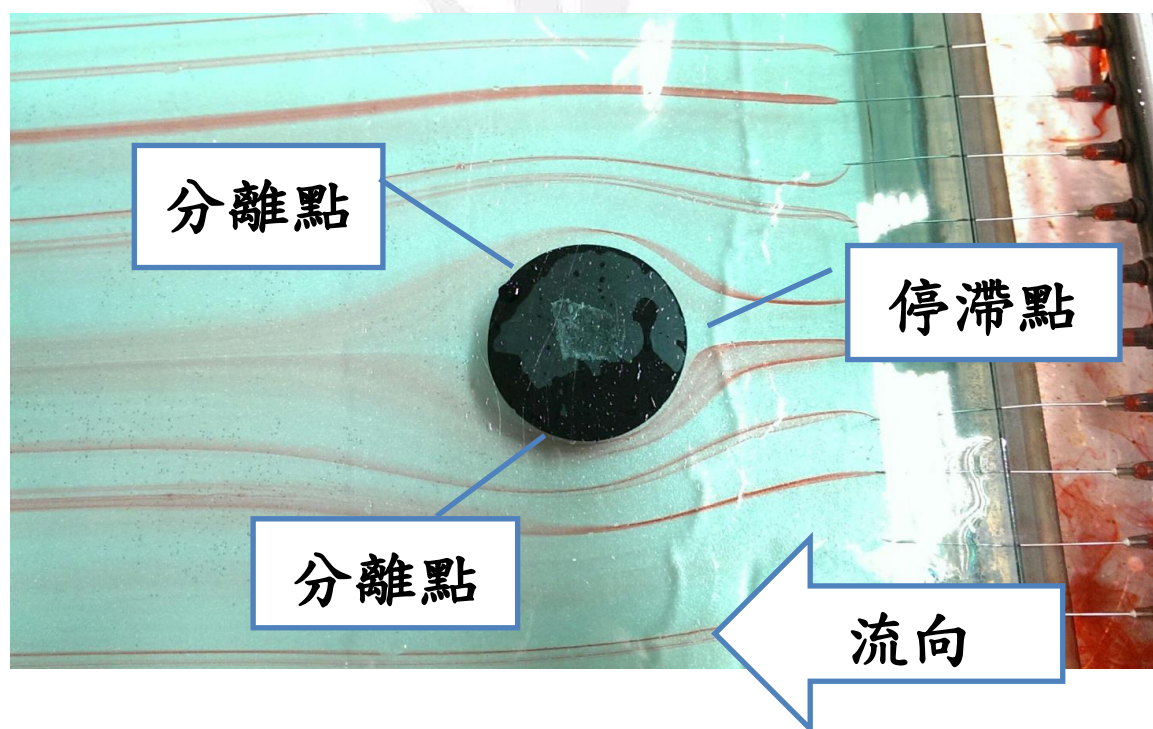
$$P = 0.6 \times 2 + 0.005 \times 2 = 1.21 \text{ m}$$

$$\text{故水力半徑 } R = 0.003/1.21 = 2.479 \times 10^{-3} \text{ m}$$

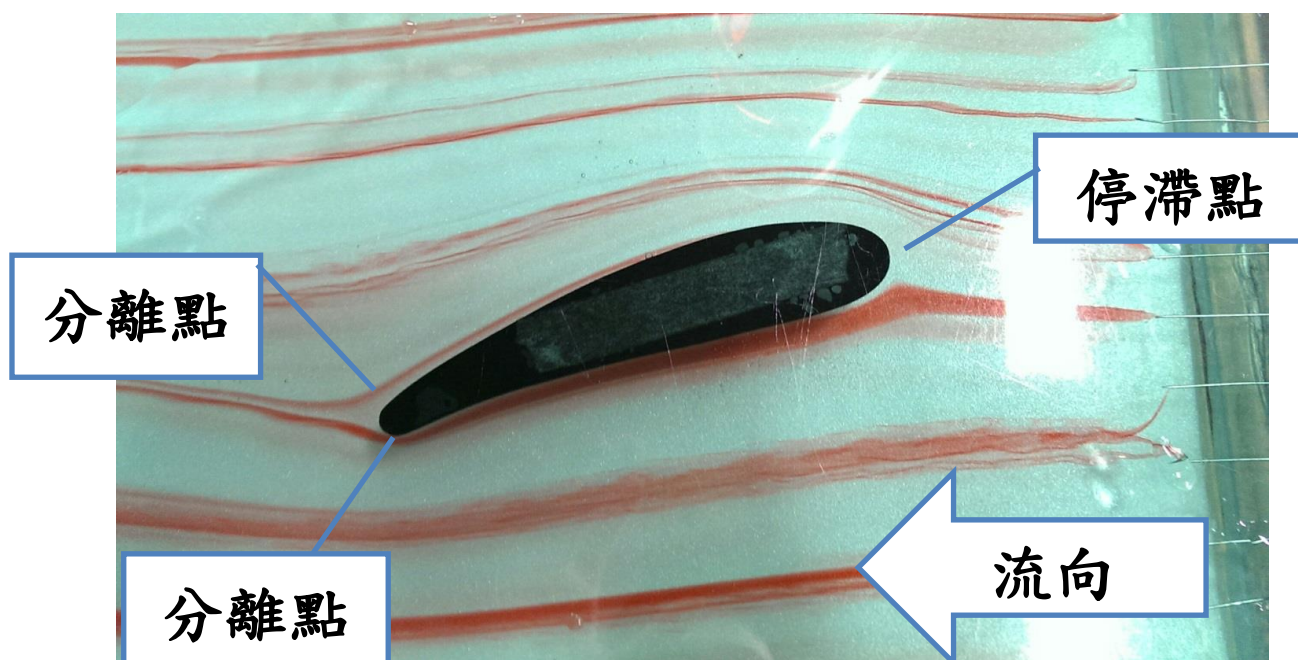
實驗結果-機翼形模板(層流)



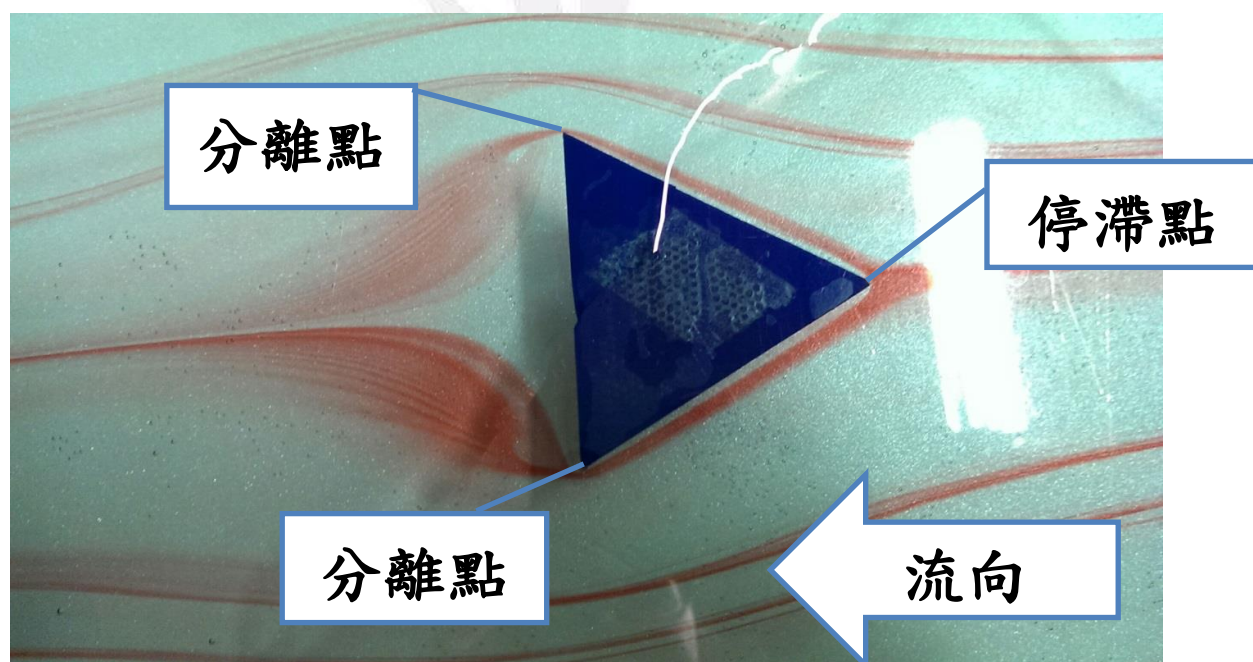
實驗結果-圓形模板(層流)



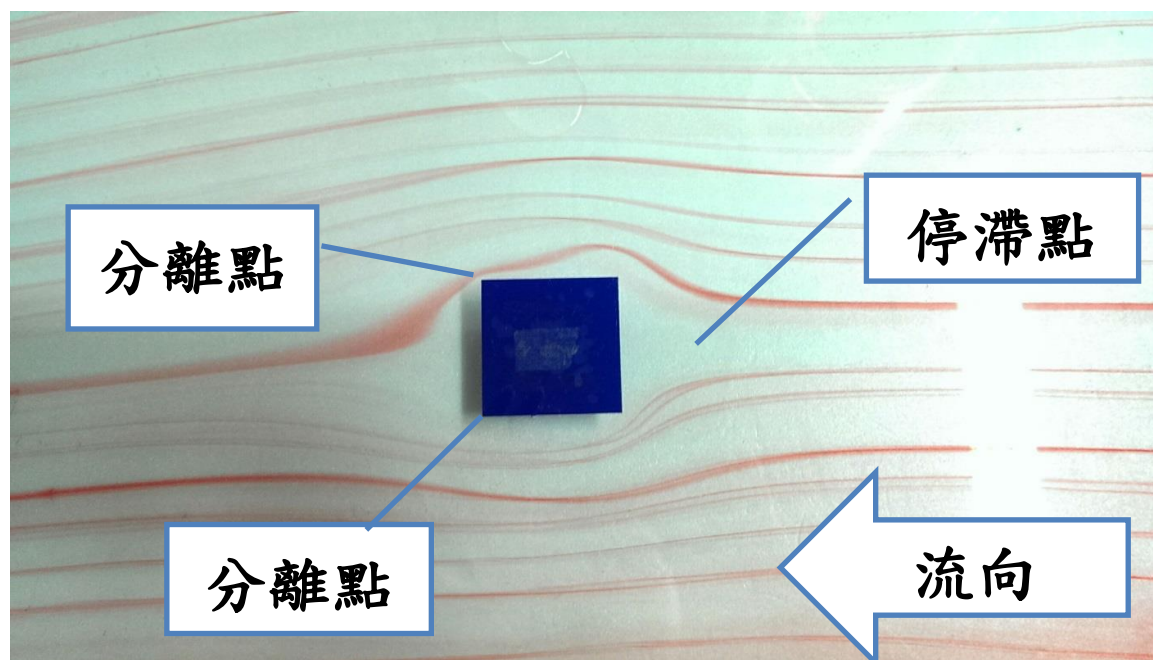
實驗結果-機翼形模板(有角度、層流)



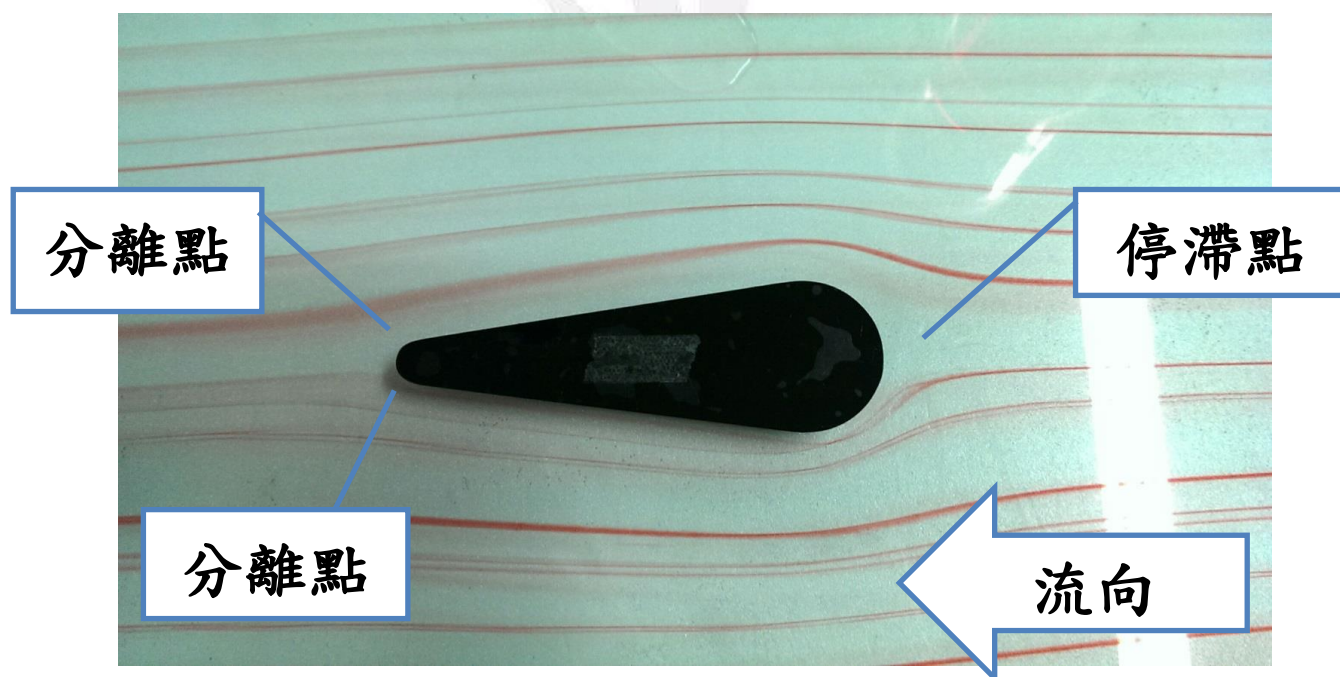
實驗結果-三角形模板(層流)



實驗結果-正方形模板(層流)



實驗結果-圓錐形模板(層流)



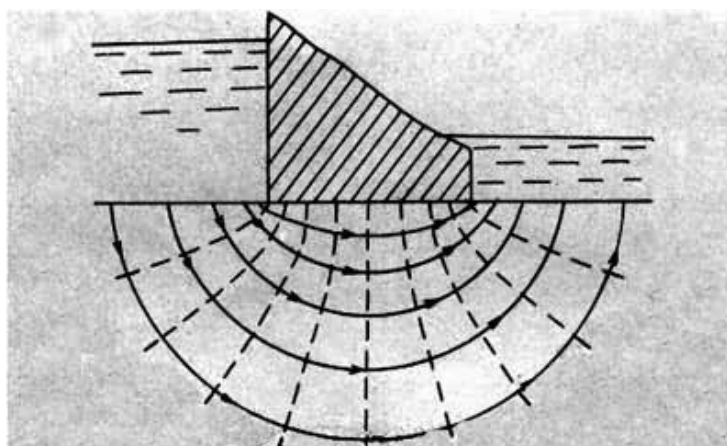
七、問題與討論

1. 流線與等勢能線之關係為何？

ANS:

流線:不透水邊界；水分子在透水層中由上游流至下游所經過之路徑。

等勢能線:透水層上下游邊界；流線中能量相等各點所連成之線稱為等勢能線
流線與等勢能線互相垂直。

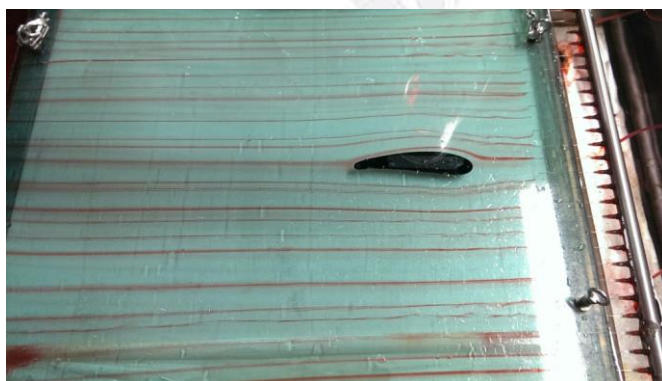


2. 就各種模型流場分別說明層流流速快慢下流場有何差異？

ANS:

層流流速慢之流線較粗且流線線條較明顯。

層流流速快之流線較細且流線線條顏色較淡。

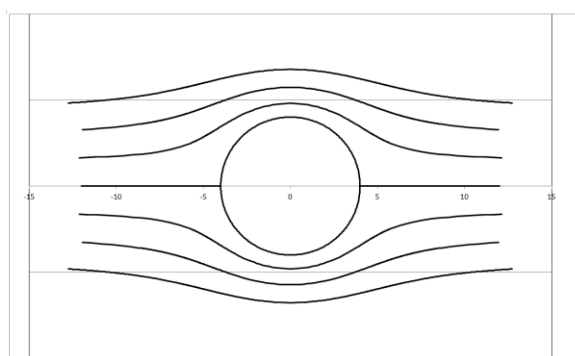
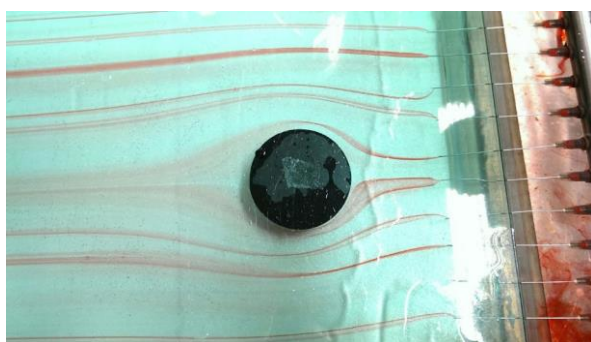


3. 理想流體與真實流體之異同？請繪出經圓柱體的層流加以說明，若是理想流體該如何？

ANS:

理想流體是假設不具有黏性的流體，但事實上流體卻有黏滯性。

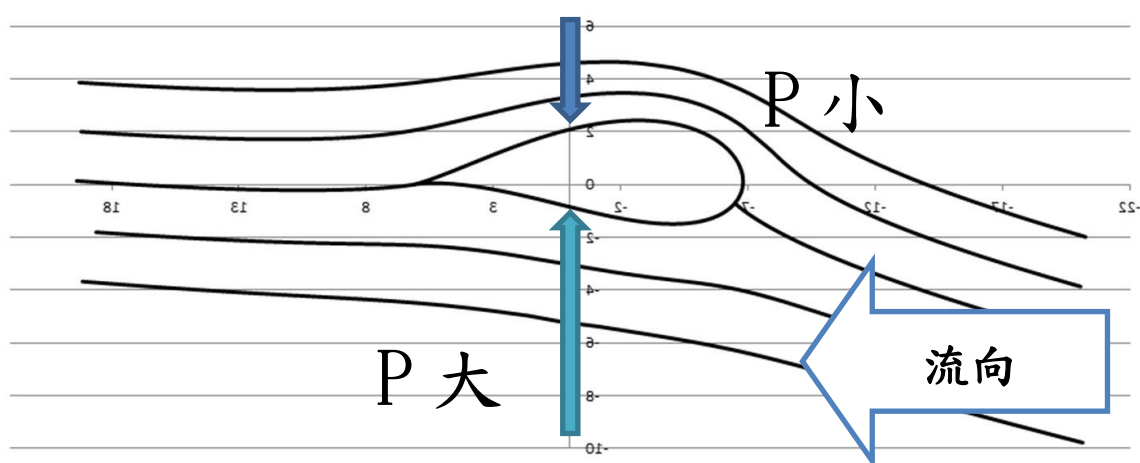
理想流體為無黏滯性之流體，故可以順利通過圓柱之邊界。



4. 各式模型片之流線在實務上之應用？

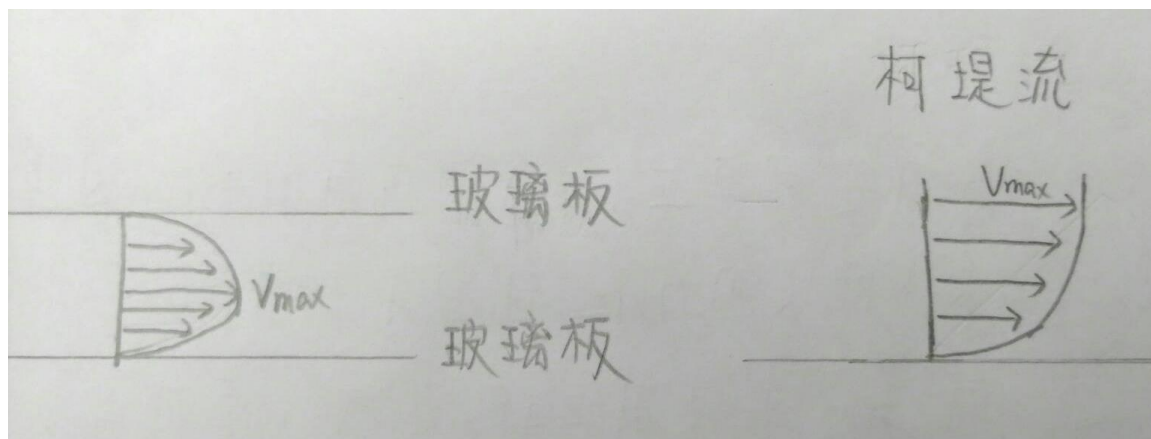
ANS:

- a. 圓形:應用在圓形橋墩上，當河川的水流通過圓形橋墩的流線圖。
- b. 三角形:應用在賽車上，三角形前面的點，因接觸面積小，所以阻力小，且空氣流速快。而橋樑不使用三角形建造，因為水流通過後會形成漩渦，使後方河床掏空。
- c. 矩形:如同人言大樓在冬天時有風吹過，建築物兩側風速最大。
- d. 機翼形:當機翼有低攻角時之流線圖。
上表面:流線間隙小，流速較快，壓力較小
下表面:流線間隙大，流速較慢，壓力較大
故機翼有上升力。(注意:攻角不能過大，否則飛機的升力會消失，造成墜機。)(攻角大約在9度之內)



5. 為什麼要蓋上玻璃板呢？

ANS: 如果沒有玻璃板會造成上邊界條件消失，產生自由液面，最大流速會在水面，而不是在中間，導致染料模糊，觀察不易，且會分散掉。



(B)流線演示試驗

一、目的

藉由流線演示儀進一步了解流線的基本特徵，並觀察液體流經不同形狀的固體邊界時的流動現象。

二、原理

流場中液體質點的運動狀態可用徑線或流線描述。

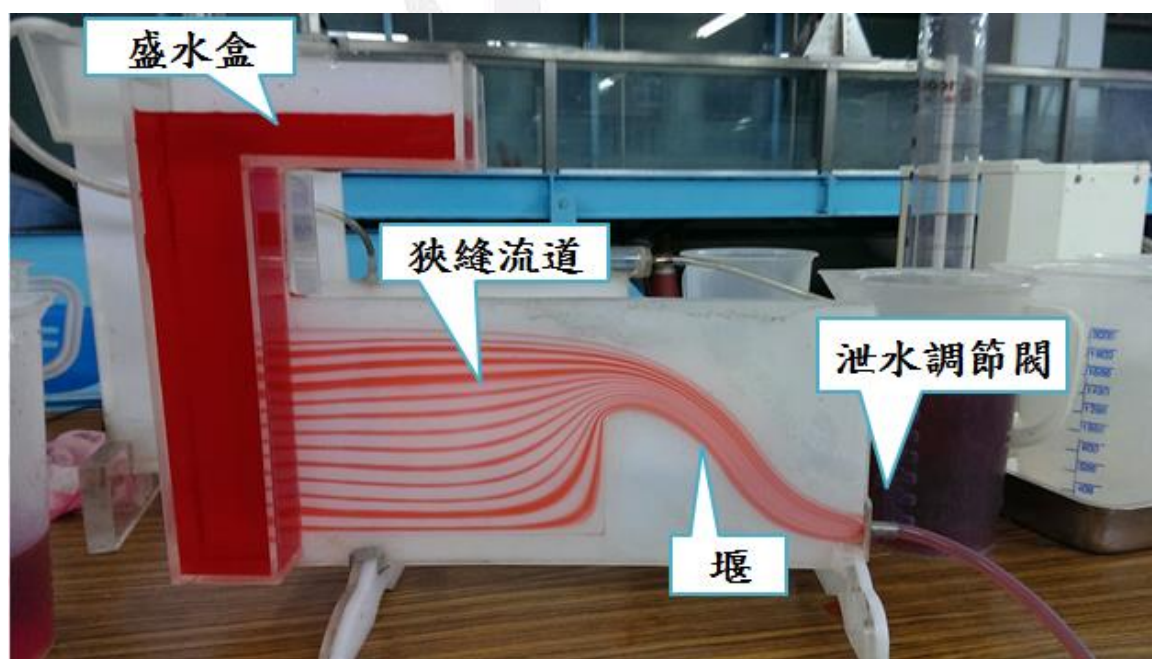
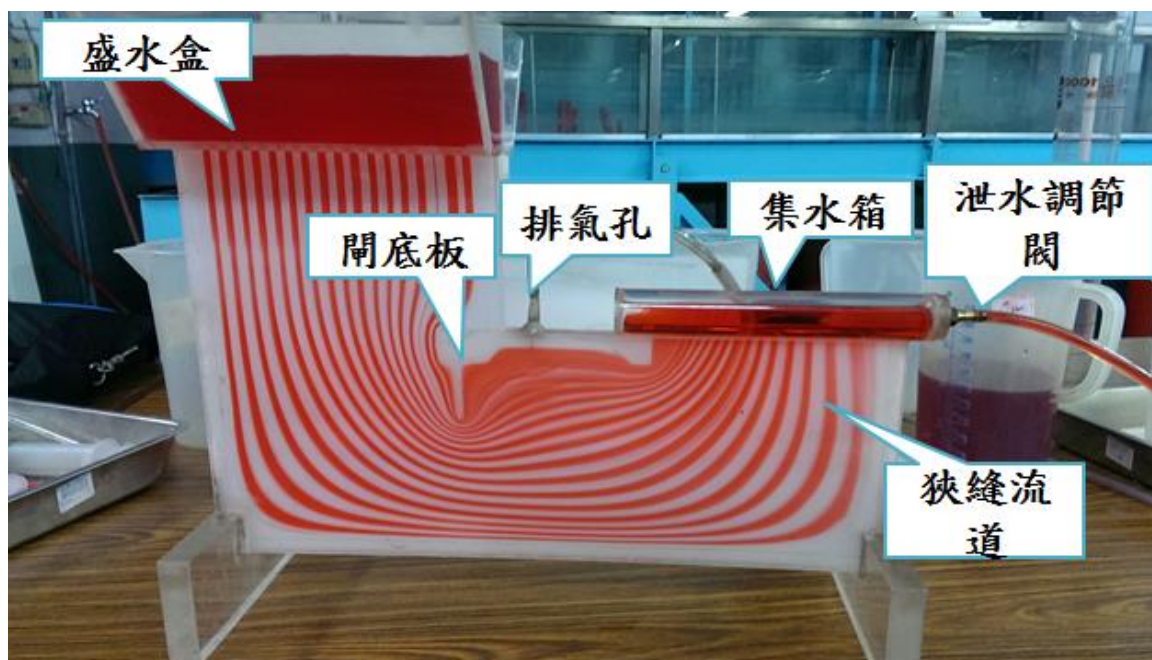
徑線：液體質點在流動空間所走過的軌跡。

流線：流場內反映瞬時流速方向的曲線。

在同一時刻處在流線上所有各點的流體質點的流速方向與各該點流線的切線方向重合，在恆定流中，徑線和流線相互重合。



三、試驗儀器



四、注意事項

1. 試驗時，須排除儀器中的氣泡
2. 面對試驗者的盛水盒裝的是染料，另一面則為清水
3. 要先倒入清水，再倒入染料
4. 清水水位須高於染料



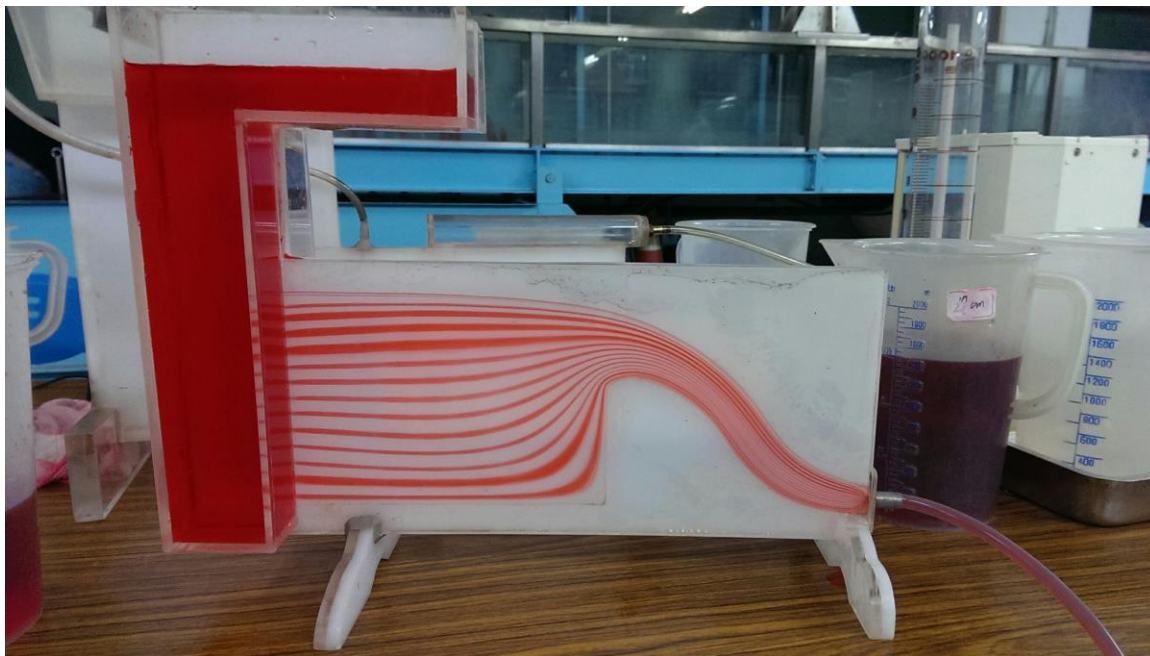
五、試驗步驟

1. 先加入清水
2. 再加入顏料
3. 將演示儀中的氣泡排出
4. 控制排氣(水)孔，使流體緩緩流動
5. 流線顯示後，觀察並分析其特徵
6. 實驗結束後，倒掉流體，並將儀器沖洗乾淨



六、結果分析

流線特徵(堰流型流線儀)



實驗結果-流線特徵(壩底滲流型流線儀)



七、問題與討論

1. 流線的形狀與邊界是否有關聯？

ANS: 有，因為真實的流體具有黏滯性，故會黏在物體邊界上流動，當流線通過物體時，流線會受到物體之形狀阻礙而改變形狀。

2. 流線的曲、直和疏、密各反映了什麼？

ANS:

曲、直：受物體之邊界條件影響而有不同的曲度變化。

疏、密：受流速快慢而使流線有疏與密的現象產生。

3. 實驗與理論之流線相同嗎？

ANS: 不相同

原因：

理想流體—均勻流、不可壓縮、無黏性、無轉動。

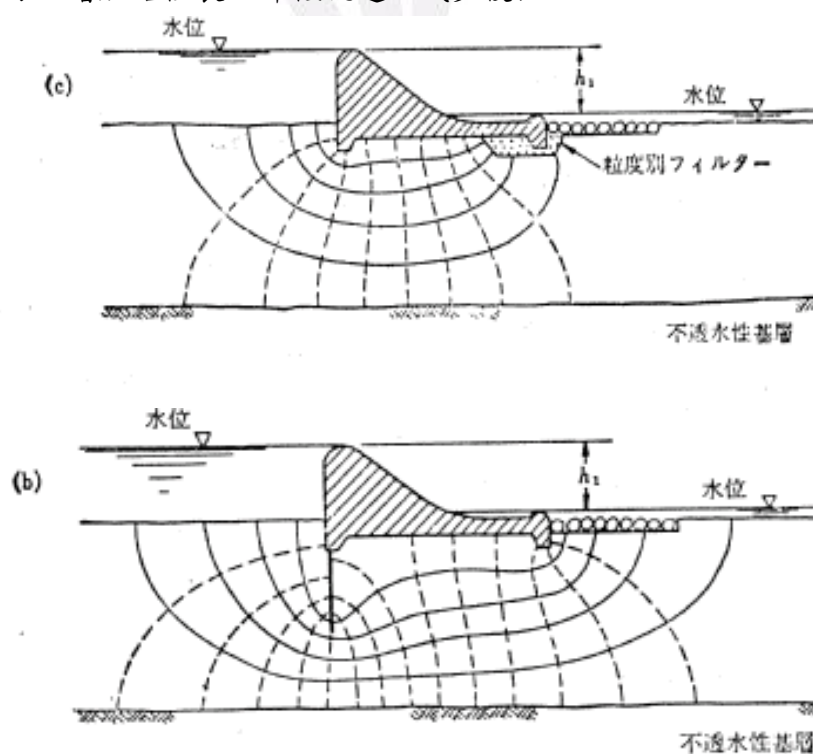
真實流體—非均勻流、可壓縮、有黏性、可轉動。

4. 壩底滲流為什麼要加載水牆？

ANS:

沒有截水牆，造成管湧，滲流路徑較短，流速較快，容易掏砂，會導致壩體底下的土壤流失，造成壩體下沉。

有截水牆，可以增加路徑長，降低流速，減少侵蝕。



參考文獻

1. 流體力學試驗手冊，2006
2. Introduction to FLUID MECHANICS 5th Edition 流體力學（精編本），2012

